



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Berdirinya Pabrik

Setelah mengalami krisis moneter yang sangat panjang, kini Indonesia mulai menata kembali sistem perekonomian negara, salah satunya dengan menghidupkan kembali perindustrian yang sempat macet. Industri merupakan salah satu sarana untuk mengembalikan perekonomian dan untuk meningkatkan taraf hidup bangsa. Industri yang paling berpotensi untuk menyumbang pendapatan negara salah satunya adalah industri kimia, disamping karena masih tingginya impor Indonesia terhadap bahan produk kimia maka dengan didirikan industri kimia, ini dapat mengurangi ketergantungan kita terhadap industri luar negeri dan dapat mengurangi pengeluaran devisa negara, bahkan justru dapat menambah pendapatan devisa dengan diekspornya kelebihan produksi kimia tersebut.

Saat ini banyak macam industri telah tumbuh dan berkembang di Indonesia dan itu berarti kebutuhan akan barang – barang atau bahan – bahan kimia yang menjadi bahan baku , bahan setengah jadi, maupun bahan – bahan jadi semakin meningkat. Hasil yang diharapkan adalah akan timbulnya iklim yang saling menguntungkan diantara industri – industri yang saling terkait di dalam negeri sehingga dapat bersaing untuk lebih meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam menghadapi era globalisasi.

Pendirian pabrik *methylamine* di Indonesia merupakan langkah awal untuk menciptakan iklim yang saling menguntungkan antara industri terkait. *Methylamine* merupakan bahan yang penting dalam industri kimia. *Monomethylamine*, *dimethylamine* dan *trimethylamine* adalah produk yang penggunaannya cukup luas. *Monomethylamine* adalah bahan baku dalam industri obat – obatan sebagai anti pasmodik dan analgetik. Selain itu juga dapat digunakan sebagai bahan antara pembuatan bahan peledak. *Dimethylamine* sebagai intermediate pembuatan *solvent dimethylformamide*



dan *dimethylasetatmida* serta dalam pembuatan fungisida, sedangkan *trimethylamine* terutama digunakan dalam pembuatan krolin untuk makanan unggas.

Kebutuhan *methylamine* Indonesia seluruhnya masih dicukupi dengan mengimpor dari luar negeri antara lain Amerika dan Jepang. Hal ini disebabkan belum adanya pabrik *methylamine* di dalam negeri. Dengan didirikannya pabrik *methylamine* diharapkan dapat memacu industri yang menggunakan *methylamine* sebagai bahan bakunya.

Berdasarkan pertimbangan di atas dengan berdirinya pabrik *methylamine* di Indonesia berarti memacu tumbuhnya industri kimia lainnya disamping membuka lapangan pekerjaan baru yang jelas akan menyerap tenaga kerja produktif Indonesia yang akhirnya dapat meningkatkan taraf kesejahteraan rakyat.

1.2 Kapasitas Pabrik

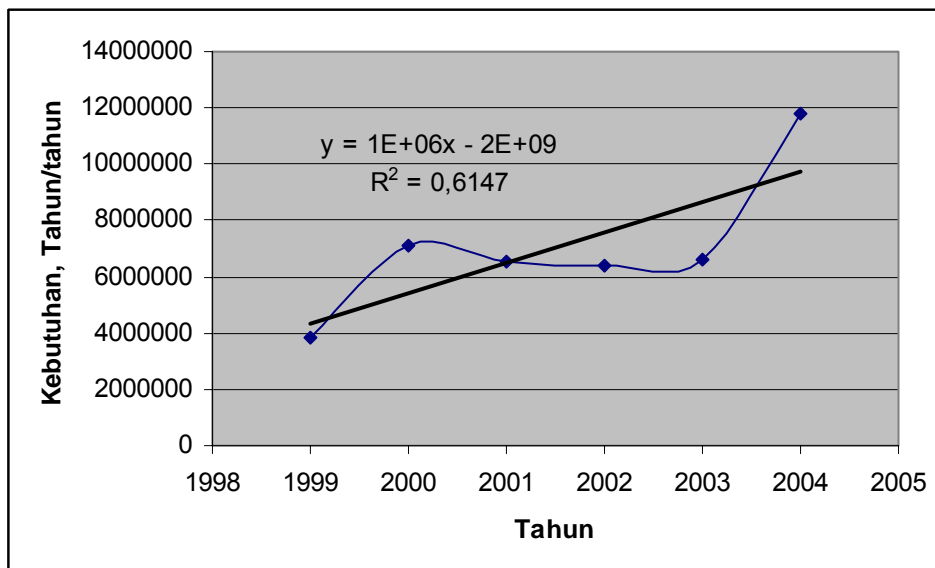
Dari data Biro Pusat Statistik diperoleh bahwa impor *methylamine* Indonesia dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan. Besarnya peningkatan tersebut dapat dilihat pada tabel tersebut:

Tabel 1.1 Data Impor *Methylamine* di Indonesia

Tahun	Impor (kg/tahun)
1999	3.871.790
2000	7.110.871
2001	6.569.975
2002	6.376.969
2003	6.620.494
2004	11.772.809

(Biro Pusat Statistik, 2004)

Dari data diatas dapat dibuat grafik regresi linier:



Grafik 1.1 Hubungan Antara Tahun dengan Kebutuhan

Ada beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pemilihan kapasitas pabrik *methylamine* antara lain:

a. Kebutuhan Pasar

Kebutuhan *methylamine* di Indonesia semakin meningkat dan semuanya masih dipenuhi dari impor. Dari data impor tabel 1.1 dapat diprediksi dengan menggunakan pendekatan persamaan logaritma kebutuhan impor sebagai ordinat dan tahun sebagai axis, sehingga permintaan *methylamine* pada saat pabrik didirikan tahun 2010 sebesar 10.000 ton/tahun.

b. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku *methanol* yang digunakan dalam pembuatan *methylamine* dapat diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri, PT. Pertamina Pulau Bunyu yang mempunyai kapasitas 125.000 ton/tahun, sedangkan untuk kebutuhan *ammonia* diperoleh dari PT. Pupuk Kaltim yang mempunyai produksi *ammonia* 330.000 ton/tahun.



c. Kapasitas pabrik yang sudah beroperasi

Untuk memproduksi *methylamine* harus memperkirakan kapasitas produksi yang menguntungkan dengan membandingkan dengan pabrik yang telah beroperasi.

Kapasitas pabrik yang sudah beroperasi secara komersial pada pembuatan *methylamine* dari *methanol* dan *ammonia* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1.2 Kapasitas Pabrik *Methylamine* yang telah beroperasi

Pabrik	Lokasi	Kapasitas, ton/tahun
Air Products and Chemicals	USA	68.200
Alcolac	USA	10.000
BASF	Eropa	60.000
UCB	Eropa	28.000
Akzo	Eropa	30.000
Ertisa	Eropa	12.000
Imperial Chemical Industries	Eropa	33.000
Mitsubishi Gas Chemical	Jepang	22.000
Nitto Chemical Industry	Jepang	23.400

(Kirk and Othmer, 1996)

Dari tabel di atas dapat dilihat kapasitas produksi *methylamine* yang sudah beroperasi berkisar 10.0000 – 68.200 ton per tahun, dengan pertimbangan kebutuhan dalam negeri yang semakin meningkat dan kapasitas pabrik minimal yang sudah ada maka dalam perancangan dipilih kapasitas 20.000 ton per tahun dengan pertimbangan:

- Dapat ikut serta memenuhi kebutuhan *methylamine*(mono-, di-, tri-) dalam negeri yang diperkirakan pada tahun 2010 mencapai 10.000 ton per tahun.
- Mengurangi impor, sehingga kebutuhan *methylamine* (mono-, di-, tri-) tidak bergantung pada negara lain.
- Melakukan ekspor, sehingga dapat menambah devisa negara.



1.3 Lokasi Pabrik

Lokasi pendirian pabrik dipilih berada di Bontang, Kalimantan Timur. Dipilihnya Bontang sebagai lokasi pabrik karena Bontang memenuhi parameter – parameter sebagai berikut:

1. Bahan Baku

Pabrik *methylamine* ini menggunakan *methanol* dan *ammonia* sebagai bahan baku. *Methanol* diambil dari PT. Kaltim Methanol Industri, sedangkan *ammonia* diambil dari PT. Pupuk Kaltim. Keduanya berada dekat dengan lokasi pendirian pabrik yang direncanakan, dengan demikian berarti biaya pengiriman bahan baku murah.

2. Pemasaran

Produk *methylamine* ditujukan untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri dan ekspor untuk tujuan selanjutnya. Pabrik ini didirikan di Bontang, dimana dekat dengan dermaga laut maka pengiriman hasil produksi cepat didistribusikan dan untuk diekspor ke luar negeri lebih mudah.

3. Transportasi, Telekomunikasi, dan Utilitas

Transportasi merupakan salah satu penunjang yang sangat penting bagi suatu industri, baik transportasi bahan baku maupun transportasi untuk pemasaran produk, sedangkan untuk telekomunikasi dan utilitas di Bontang sudah cukup memadai.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja salah satu modal untuk pendirian pabrik, dengan didirikannya pabrik ini di Bontang, maka tenaga kerja dapat diperoleh dari penduduk setempat atau pendatang yang jumlahnya masih tersedia.

5. Harga Tanah

Harga tanah di Bontang relatif jauh lebih murah dibandingkan harga tanah di Jawa, dengan demikian investasi untuk pendirian pabrik dapat ditekan.

6. Kebijakan Pemerintah

Pendirian suatu pabrik perlu memperhatikan faktor kepentingan yang



terkait di dalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri, dan hubungan dalam pemerataan kesempatan kerja dan pemerataan pembangunan.

1.4 Tinjauan Pustaka

Reaksi pembuatan *methylamine* merupakan reaksi aminasi yang menghasilkan 3 produk yaitu *monomethylamine*, *dimethylamine*, dan *trimethylamine*

1.4.1 Macam – macam Proses

Dalam pembuatan *methylamine* dikenal bermacam – macam proses, tetapi hanya beberapa saja yang dikembangkan antara lain sebagai berikut :

1. Pembuatan *methylamine* dengan bahan baku *ammonia* dan aldehid atau keton dengan katalis hidrogenasi.

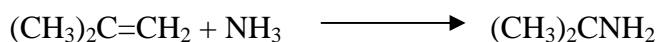
Reaksi aldehid atau keton dengan *ammonia* dengan adanya hidrogen pada katalis hidrogenasi seperti nikel, tembaga, dan platina akan membentuk senyawa amine. Reaksi yang terjadi biasanya pada suhu 50 – 150 °C dan tekanan 50 – 2000 psia. Hanya saja reaksi yang dihasilkan memiliki komposisi tersier amine yang terbesar dan juga bahan baku dari proses ini jauh lebih mahal dibandingkan dengan bahan baku pembuatan *methylamine* yang lain. (Kirk and Othmer, 1996)

2. Pembuatan *methylamine* dengan mereduksi hidrogen sianida

Senyawa *methylamine* akan dapat di bentuk dengan penambahan hidrogen sianida pada olefin bercabang dengan kehadiran asam kuat dan penambahan air. Proses ini menggunakan katalis zeolit dengan reaktor *packed bed*. Reaksi ini berlangsung berjam – jam pada suhu 200 – 350 °C dengan tekanan 26 atm. Pada proses ini konversi yang dihasilkan rendah dan proses ini tidak dapat digunakan untuk komersil dari segi ekonomi kurang menguntungkan. (Kirk and Othmer, 1996)



Reaksi yang terjadi:



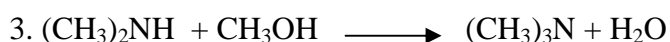
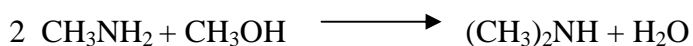
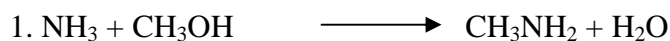
3. Pembuatan *methylamine* dengan bahan baku karbon monoksida, *ammonia*, dan hidrogen.

Proses ini dijalankan dengan mereaksikan karbon monoksida, hidrogen dan *ammonia* dengan katalis besi. Bahan baku yang digunakan lebih murah dibandingkan dengan yang lainnya dan yield yang dicapai diatas 90%. Hanya saja tekanan operasi sangat tinggi 340 atm. Alat – alat bertekanan tinggi tersebut mengakibatkan biaya investasi awal yang tinggi dan juga berbahaya.

4. Pembuatan *methylamine* dengan bahan baku *ammonia* dan *methanol*. (Proses Kvaerner)

Proses aminasi ini termasuk reaksi heterogenasi berlangsung pada fase gas dalam satu reaktor *fixed bed single tube* pada kondisi operasi 300 – 500 °C dan tekanan 20 atm, katalis yang digunakan adalah silika alumina. Hasil reaksi akan dipisahkan dengan menggunakan 4 menara distilasi yang disusun secara seri. Keuntungan dari proses ini adalah konversi total yang diperoleh 98 %, *selectivity* masing – masing produk yang diperoleh adalah *monomethylamine* : *dimethylamine* : *trimethylamine* adalah = 23% : 53% : 24%, katalis tahan lama, produk relatif lebih murni. Dari keuntungan – keuntungan proses tersebut, maka dipilih proses pembuatan *methylamine* dari *ammonia* dan *methanol* dengan proses Kvaerner. (Kirk Othmer, 1996; Mc. Ketta, 1983)

Reaksi yang terjadi:





1.4.2 Kegunaan Produk

Produk utama dari pembuatan *methylamine* adalah *dimethylamine* (DMA) sedangkan hasil lainnya adalah *monomethylamine* (MMA) dan *trimethylamine* (TMA). Kegunaan dari produk *methylamine* adalah sebagai berikut :

a. *Dimethylamine* (DMA)

Dimethylamine digunakan sebagai bahan baku dari banyak bahan kimia lain, misalnya :

- Solvent, seperti : *dimethylformamide*, *imethylacetamida*.
- Ion exchange, seperti : 1,1 *dimethylamine*
- Surfaktan, seperti : *layuryl dimethylamine*
- Pestisida, seperti : *octamethyl pyrophosphoramida*
- Katalis, seperti : 1,3,5-tris phenol

b. *Monomethylamine* (MMA)

Monomethylamine merupakan bahan dalam sintesa farmasi, pestisida, surfaktan, dan anti pasmodik.

c. *Trimethylamine* (TMA)

Trimethylamine biasanya digunakan pada industri garam, desinfektan, zat pengapung, dan resin ion exchange.

1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1. *Methanol*

Sifat – sifat Fisika

Rumus molekul	: CH_3OH
Kenampakan	: cairan tak berwarna
Berat molekul, kg/kmol	: 32
Titik didih, °C	: 64,7
Titik leleh, °C	: -94,68
Densitas cairan, gram/cm ³ (25 °C)	: 0,78663
Viskositas cairan, cp.(25 °C)	: 0,541
Suhu kritis, atm	: 239,6
Tekanan kritis, atm	: 80,96

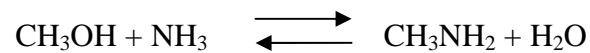


Kemurnian, % berat minimum	: 99,85
Air, % berat minimum	: 0,15
Panas pembentukan liquid, kJ/mol	: -239,03
Panas penguapan pada titik didih, J/g	: 1,129
Thermal konduktivitas, W/m.K	: 0,202

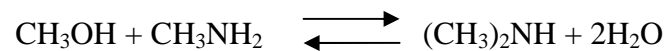
(Kirk and Othmer, 1996)

Sifat – sifat Kimia

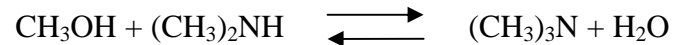
- a. *Methanol* dapat bereaksi dengan *ammonia* menghasilkan *monomethylamine*



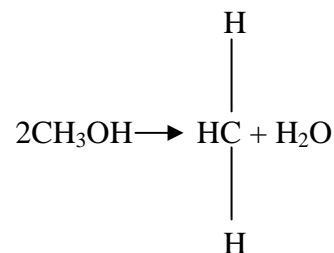
- b. *Methanol* dapat bereaksi dengan *monomethylamine* membentuk *dimethylamine*.



- c. *Methanol* bereaksi dengan *dimethylamine* membentuk *trimethylamine*



- d. *Methanol* dengan natrium akan menghasilkan metoksid dan hidrogen



2. Ammonia

Sifat Fisis

Rumus molekul	: NH_3
Kenampakan	: gas tak berwarna
Berat molekul, kg/kmol	: 17
Titik leleh, °C	: -77,70
Titik didih, °C	: -33,4
Densitas cairan, gram/cm ³ (25 °C)	: 0,639

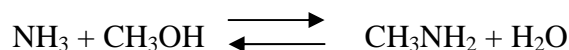


Viskositas cairan, cp.(25 °C)	: 0,105
Suhu kritis, °C	: 132,5
Tekanan kritis, atm	: 113,5
Panas pembentukan gas (25 °C)	: -46.222
Panas penguapan pada titik didih, J/g	: 5,581
Kemurnian, % berat minimum	: 99,5

(Kirk and Othmer, 1996)

Sifat – sifat Kimia

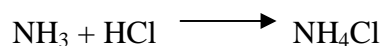
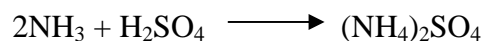
- a. *Ammonia* dapat bereaksi dengan *methanol* menghasilkan *monomethylamine*



- b. *Ammonia* yang dicampur dengan udara bila dilewatkan pada platina yang dipanaskan akan dioksidasi menjadi nitrogen oksida.



- c. *Ammonia* bereaksi dengan suatu asam akan membentuk garam.



- d. *Ammonia* dipanaskan dengan gas karbondioksida pada tekanan tinggi akan menghasilkan urea



3. *Monomethylamine*

Sifat Fisis

Rumus molekul	: CH_3NH_2
Kenampakan	: gas tak berwarna
Berat molekul, kg/kmol	: 31,058
Titik leleh, °C	: -93,5
Titik didih, °C	: -6,32
Densitas cairan, gram/cm ³ (25 °C)	: 0,6632
Viskositas cairan, cp.(25 °C)	: 0,20
Suhu kritis, °C	: 156,9
Tekanan kritis, atm	: 74,3



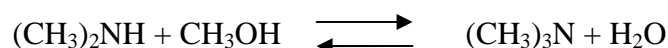
Panas Pembentukan gas (25 °C) : -11,3

Panas penguapan pada titik didih, J/g : 831,5

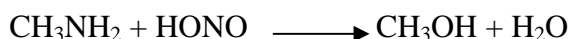
(Ulman's A.16, 1989)

Sifat Kimia

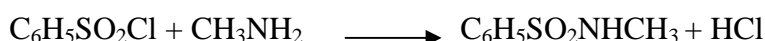
- a. *Monomethylamine* dapat bereaksi dengan *methanol* membentuk *dimethylamine*



- b. *Monomethylamine* secara cepat diubah oleh asam nitrit menjadi *methanol* dengan pelepasan gas nitrogen



- c. *Monomethylamine* direaksikan dengan benzenesulfonil klorida akan menghasilkan amide dari asam sulfonat



4. *Dimethylamine*

Sifat Fisis

Rumus molekul : $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$

Kenampakan : gas tak berwarna

Berat molekul, kg/kmol : 45,084

Titik leleh, °C : -92,22

Titik didih, °C : 6,88

Densitas cairan, gram/cm³ (25 °C) : 0,6469

Viskositas cairan, cp.(25 °C) : 0,19

Suhu kritis, °C : 164,7

Tekanan kritis, atm : 53,1

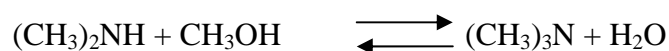
Panas pembentukan gas (25 °C): -10,5

Panas penguapan pada titik didih, J/g : 588,01

(Ulman's A. 16, 1989)

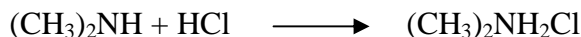
Sifat Kimia

- a. *Dimethylamine* dapat bereaksi dengan *methanol* membentuk *trimethylamine*.

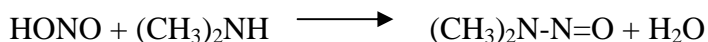




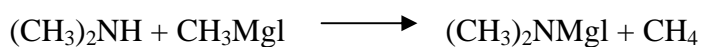
- b. *Dimethylamine* bereaksi dengan asam klorida menghasilkan garam.



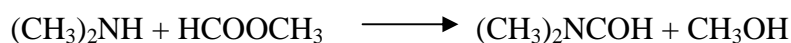
- c. *Dimethylamine* bereaksi lambat dengan asam nitrit menghasilkan nitrosoamine dan tidak melepaskan nitrogen.



- d. *Dimethylamine* pada suhu kamar dengan Metil magnesium iodida dan melepaskan metana.



- e. *Dimethylamine* bereaksi dengan Metilformat membentuk *dimethylformamide*.



5. *Trimethylamine*

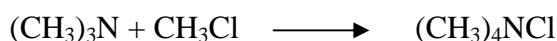
Sifat Fisis

Rumus molekul	: $(\text{CH}_3)_3\text{N}$
Kenampakan	: gas tak berwarna
Berat molekul, kg/kmol	: 59,11
Titik leleh, °C	: -117,1
Titik didih, °C	: 2,87
Densitas cairan, gram/cm ³ (25 °C)	: 0,6270
Viskositas cairan, cp.(25 °C)	: 0,175
Suhu kritis, °C	: 160,3
Tekanan kritis, atm	: 40,9
Panas pembentukan gas (25 °C)	: -11,0
Panas penguapan pada titik didih, J/g	: 388.2

(Ulman's A. 16, 1989)

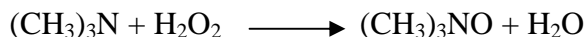
Sifat Kimia

- a. *Trimethylamine* bereaksi dengan alkil halida menghasilkan garam ammonium kuartener.





- b. Oksida *trimethylamine* dengan larutan hidrogen peroksida akan menghasilkan amine oksida.



1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum

Aminasi merupakan proses pembentukan amine. Amine diklasifikasikan dalam 3 kelompok yaitu *primary*, *secondary*, dan *tertiary* amine. *Primary* amine mempunyai 2 atom hidrogen, *secondary* mempunyai 1 atom hidrogen dan *tertiary* tidak mempunyai atom hidrogen. Proses pembentukan *methylamine* merupakan aminasi dengan reaksi amonolisis. Aminasi dengan reaksi amonolisis adalah proses pembentukan amine karena adanya aksi *ammonia* terhadap fenol dan alkohol.

Bahan baku *ammonia* dan *methanol* direaksikan dalam rektor *fix bed single tube* pada fase gas dengan menggunakan katalis silika alumina. Dalam reaktor terjadi reaksi antara *ammonia* dan *methanol* yang menghasilkan 3 produk yaitu, *monomethylamine*, *dimethylamine*, dan *trimethylamine*. Untuk menghasilkan produk – produk tersebut dilakukan pemisahan dengan menggunakan 4 menara distilasi yang dipasang seri. Produk atas dari menara distilasi 1 (MD-1) *direcycle*, hasil atas dari menara distilasi 2 (MD-2) berupa *monomethylamine* sebagai produk pertama, menara distilasi 3 (MD-3) berfungsi mengekstrak air, dan hasil atas dari menara distilasi 4 (MD-4) berupa *trimethylamine* sebagai produk kedua sedangkan hasil bawah berupa *dimethylamine* dalam fase cair didinginkan sebagai produk ketiga.

